

27º. Encontro Técnico AESABESP

PRÉ-OXIDAÇÃO COM H₂O₂ PARA REDUÇÃO DE THM NA ÁGUA: TESTES EM BANCADA COM ÁGUA DO SISTEMA GUARAPIRANGA

Wilson Roberto Dias Lopes⁽¹⁾

Encarregado da Divisão de Tratamento de Água da ETA ABV da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Allan Saddi Arnesen

Engenheiro da Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Patrícia Soares Silva

Química da Divisão de Tratamento de Água da ETA ABV da SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Graham Bell, 647 – Alto da Boa Vista – São Paulo – SP - CEP: 04737-030 - Brasil - Tel: +55 (11) 5682-2945 - Fax: +55 (11) 5682-2966 - e-mail: wrlopes@sabesp.com.br.

RESUMO

A pré-oxidação é um processo adotado em algumas estações de tratamento de água com o intuito de garantir um produto final que atenda aos padrões de proteção da saúde pública, sendo em geral utilizado o cloro como pré-oxidante. Dependendo da qualidade da água bruta, a pré-oxidação com cloro pode implicar no problema de formação de subprodutos da desinfecção (SPD), como os Trihalometanos (THM). Este trabalho se propõe a avaliar a aplicabilidade do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) como pré-oxidante ao tratamento de água do Sistema Guarapiranga, na ETA Eng. Rodolfo José da Costa e Silva (ABV). Os resultados demonstraram que o H₂O₂ é efetivo na redução da formação total de THM, mas acarreta no efeito negativo de não remover outros compostos de interesse, como metais (principalmente Mn) e N-NH₃.

PALAVRAS-CHAVE: pré-oxidação, subprodutos da desinfecção, peróxido de hidrogênio.

INTRODUÇÃO

A pré-oxidação é um processo adotado em algumas estações de tratamento de água com o intuito de aumentar a eficiência global dos sistemas de tratamento e garantir um produto final que atenda aos padrões de proteção da saúde pública. A adoção do processo de pré-oxidação está relacionada às características da água bruta e da estação de tratamento de água (ETA), podendo esse processo ser conduzido quando objetiva-se, por exemplo: remover algas, remover cor, melhorar a eficiência da coagulação, oxidar a matéria orgânica para impedir o desenvolvimento de biofilme nos filtros, evitar incrustações em membranas, remover metais específicos ou mesmo com a finalidade de desinfecção.

Diversos produtos químicos podem ser utilizados nesta etapa, dentre os quais destacam-se: cloro, dióxido de cloro, permanganato de potássio, ozônio, radiação ultravioleta (UV), peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e a combinação entre eles (UV+H₂O₂) (Zhang, et al., 2013; Metz et al., 2011).

No Brasil, a alternativa mais adotada é a aplicação de cloro como agente oxidante, processo também chamado de précloração (ou préoxidação), pois é um produto já utilizado na maioria das ETAs para desinfecção final. Entretanto, a reação entre o cloro e os materiais orgânicos presentes nas águas de mananciais pode ser um precursor à formação de subprodutos da desinfecção (SPD). O cloro destrói as estruturas aromáticas e conjugadas da matéria orgânica dissolvida transformando as longas cadeias orgânicas em cadeias hidrofílicas menores (Yang et al., 2013), o que possibilita a formação de SPD no processo de desinfecção final.

As águas apresentam diferentes potenciais de formação de SPD de acordo com as características dos mananciais e da sazonalidade de precipitações na região. Nas estações chuvosas, principalmente, em que há uma piora da qualidade da água dos mananciais, até mesmo aqueles preservados, podem apresentar problemas

de produção de SPD devido à presença de ácidos húmicos e fúlvicos, que são precursores diretos à formação de SPD (Reckhow et al., 1990).

Mananciais poluídos apresentam problemas de eutrofizações, implicando no aumento das cargas orgânicas da água bruta e aumentando o potencial de formação dos SPD. No caso de ETAs que tratem águas com estes problemas, geralmente adotam-se técnicas como a pré-oxidação com cloro para lidar com a piora da qualidade da água bruta, o que intensifica a produção dos SPD.

Alguns tipos de SPD são atualmente regulados pelas legislações de diversos países do mundo, sendo que no Brasil a Portaria do Ministério da Saúde n° 2.914/2011 estabelece valores máximos permitidos (VMPs) para ácidos haloacéticos, bromato, clorito, cloraminas, 2,4,6 triclorofenol e Trihalometanos (THM).

Com o intuito de atender à Portaria 2914/2011 durante todo o ano, algumas ETAs precisam tomar medidas técnicas que permitam reduzir os níveis de SPD formados durante o processo de tratamento de água. Uma alternativa é substituir alguns pontos em que o cloro é utilizado como pré-oxidante por outro químico que não forme os DBP, como o peróxido de hidrogênio (ou H₂O₂), por exemplo.

Neste contexto, este trabalho se propõe a avaliar a aplicabilidade do H₂O₂ como pré-oxidante ao tratamento de água do Sistema Guarapiranga, ETA Eng. Rodolfo José da Costa e Silva, considerando não apenas o efeito na formação de THM, mas também o impacto sobre compostos de interesse presentes na água bruta.

OBJETIVO

Avaliar a técnica de pré-oxidação com H₂O₂ como alternativa para reduzir a formação de subprodutos da desinfecção (em especial os THM), e seu efeito sobre outros compostos de interesse (como ferro, manganês e nitrogênio amoniacal) na ETA Eng. Rodolfo José da Costa e Silva (ABV).

MATERIAIS E MÉTODOS

A ETA Eng. Rodolfo José da Costa e Silva (ou ETA ABV) trata a água do Sistema Produtor Guarapiranga, segundo maior sistema de produção de água da Região Metropolitana de São Paulo, sendo construída em 1958. Deste período até o momento a ETA passou por ampliação da sua capacidade de produção, sendo em seu último projeto ampliada para 14,5 m³/s. Recentemente, em 2015, entrou em operação também um sistema de tratamento por membranas com capacidade nominal de 2 m³/s.

O sistema de tratamento convencional é composto por 6 etapas: pré-tratamento (carvão ativado, permanganato de potássio e cloro), coagulação, floculação, decantação, filtração e correção final (cloro, ajuste de pH e fluoretação).

Com relação às dosagens de cloro, a ETA possui quatro pontos de aplicação ao longo do processo de tratamento: captação, chegada à ETA (mistura rápida), intercloração (entre os decantadores e os filtros) e pós-cloração final.

O presente trabalho realizou uma comparação em bancada de laboratório entre o processo atual (com dosagens de cloro em todos os pontos) e o processo simulando aplicação de H₂O₂ no pré-tratamento (captação).

A metodologia aplicada para avaliar a formação de THM e o efeito da dosagem de THM sobre outros parâmetros de interesse (metais e nitrogênio amoniacal) consistiu em três testes:

- Determinação da demanda de peróxido de hidrogênio da água bruta;
- Simulação do processo de tratamento em bancada de laboratório, testando a substituição da aplicação de cloro por H₂O₂ na captação (Guarapiranga), realizado em três datas diferentes, nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro de 2015; e
- Determinação do efeito da dosagem de H₂O₂ sobre os parâmetros: Ferro (dissolvido e total) e Manganês (dissolvido e total).

Para a realização das análises, todos os equipamentos utilizados durante o teste foram verificados com padrões rastreáveis, garantindo a qualidade nas medições.

As análises de residuais de peróxido foram medidas pelo método de Allper, em colorímetro modelo Aquacolor, da marca Policontrol. Neste método, o íon peróxido reage com o indicador de Allper, formando um complexo de cor amarela. A cor desenvolvida na reação é proporcional à concentração de peróxidos existentes na amostra.

Os residuais de cloro (livre e combinado) foram analisados por titulação, em titulador automático Titrino, marca Methrom, de acordo com o método 4500-Cl F (DPD Ferrous Titrimetric Method) “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

Já as análises de THM foram coletadas no dia dos testes e analisadas posteriormente no Laboratório de Análises Especiais - Divisão MARG, localizado na ETA Guaraú. Estas análises são realizadas por cromatografia, de acordo com o método 6200B do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”.

Demanda de H₂O₂ da água bruta

Para a determinação da demanda de H₂O₂ pela água bruta ao longo do tempo foram adicionadas dosagens variáveis em seis jarros de 2 litros: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; e 1,2 mg/L. Foram coletadas amostras e analisados os valores de residual de H₂O₂ após um tempo de reação de 30, 40, 60 e 120 minutos.

Partiu-se de uma solução de Peróxido de Hidrogênio de 1000 mg/L fornecida pela empresa Peróxidos do Brasil.

Simulação do tratamento em bancada

- Coleta de água bruta: A coleta de água bruta foi realizada no ponto GU001 na EEAB Guarapiranga. Neste ponto ainda não foram adicionados os produtos químicos utilizados para favorecer o tratamento da água na ETA (como oxidantes e carvão ativado). As coletas foram realizadas no período da manhã (às 8:30h), em bombonas de 25 Litros, sendo utilizada a mesma água para determinação da demanda de H₂O₂ (no dia 20/10/2015) e dos testes de simulação do tratamento com substituição do cloro pelo H₂O₂ como pré-oxidantes.
- Procedimentos realizados em bancada: Para avaliar se a aplicação de H₂O₂ no ponto de captação para pré-oxidação, em substituição ao cloro, irá propiciar a redução da formação de THM, foi simulado o processo de tratamento na ETA ABV respeitando os tempos de contato das etapas desde a captação, considerando a vazão de 14,5 m³/s, apresentados na Tabela 1:

Trajetos/processo	Tempo (minutos)
Captação à ETA (mistura rápida)	40
Mistura rápida, floculação e decantação	120
Filtração até ponto de desinfecção final	20
Tempo de contato após desinfecção final e correção de pH	30

Tabela 1: Tempos de detenção das etapas de captação e tratamento convencional de água, para a vazão de 14,5 m³/s.

Foi realizado um jarteste com a seguinte configuração (Figura 1):

- Jarro 1: Simulação do processo da ETA com aplicação de cloro na captação (mesma dosagem do dia) e nos demais pontos de aplicação da ETA (précloração, intercloração e pós-cloração – mesmas dosagens do dia);
- Jarro 2: Aplicação de H₂O₂ ao invés de cloro na captação (em dosagem equivalente à demanda para 2 horas), sem aplicação de cloro na précloração, e aplicação da ETA (intercloração e pós-cloração – mesmas dosagens do dia);

- Jarros 3 e 4: idênticos, com aplicação de H₂O₂ ao invés de cloro na captação (em dosagem equivalente à demanda para 40 minutos) e aplicação de cloro nos demais pontos da ETA (précloração, intercloração e pós-cloração – mesmas dosagens do dia);
- Jarros 5 e 6: idênticos, com aplicação de H₂O₂ ao invés de cloro na captação (em dosagem equivalente ao dobro da demanda para 40 minutos) e aplicação de cloro nos demais pontos da ETA (précloração, intercloração e pós-cloração – mesmas dosagens do dia).

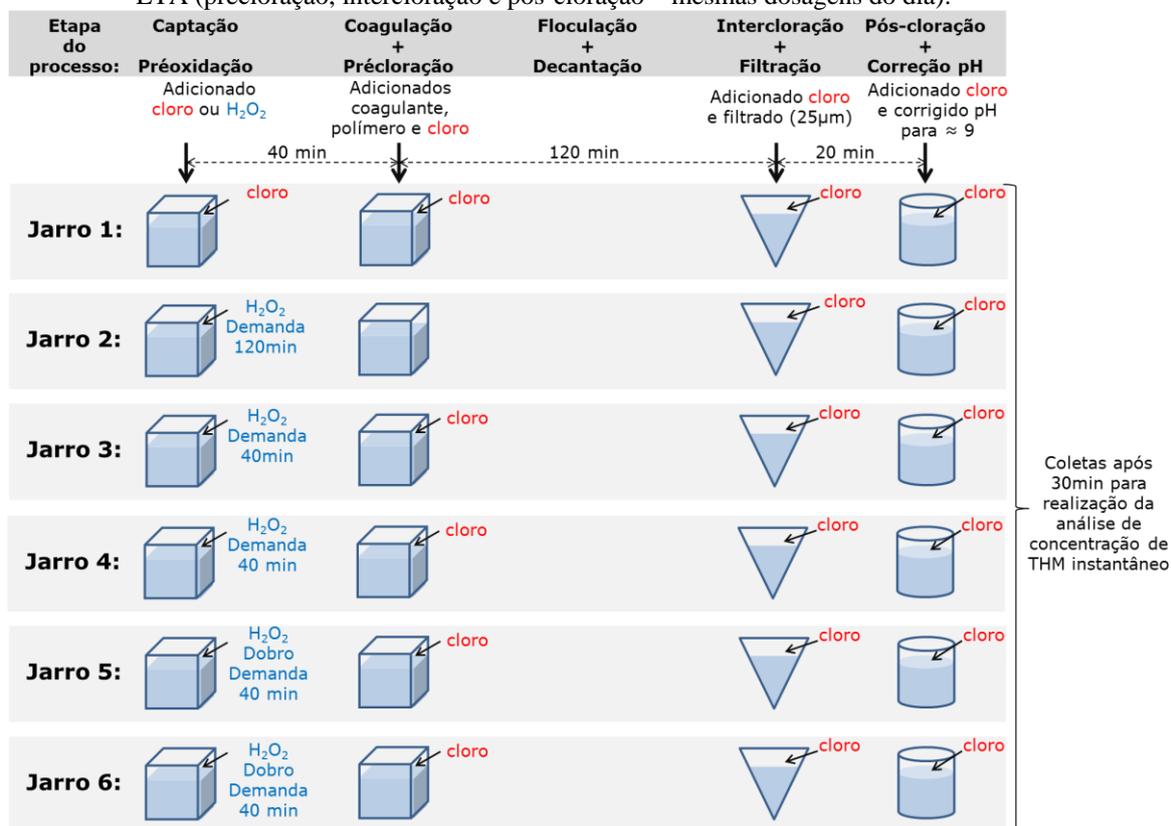


Figura 1: Representação esquemática do teste de bancada simulando o processo, com substituição da aplicação de cloro por H₂O₂ como pré-oxidante na captação.

As dosagens de coagulante (Cloreto de Polialumínio - PAC) e polímero (poliacrilamida catiônica) aplicadas nos seis jarros foram idênticas às aplicadas na ETA: 12 mg/L e 0,1 mg/L, respectivamente (dosagens estas iguais nas 3 ocasiões dos testes).

As agitações e os tempos de contato nos jarros seguiram os jartestes da ETA, representando as condições hidráulicas do processo de tratamento, e estão apresentadas na Tabela 2:

Simulação do tratamento em bancada

Etapa do processo	Agitação	Tempo
Trajeto Captação → ETA	100 rpm	40 min
Coagulação (PAC e Polímero)	160 rpm /120 rpm	0,5 min/1,5 min
Floculação + decantação	25 rpm	120 min (sendo 1min37s finais sem agitação)

Tabela 2: Agitações e tempos por etapa do processo.

Após a fase de decantação, coletou-se 500 mL de cada jarro e em seguida estas amostras foram filtradas utilizando papéis de filtros com retenção nominal de 20-25 micras (Figura 2b).

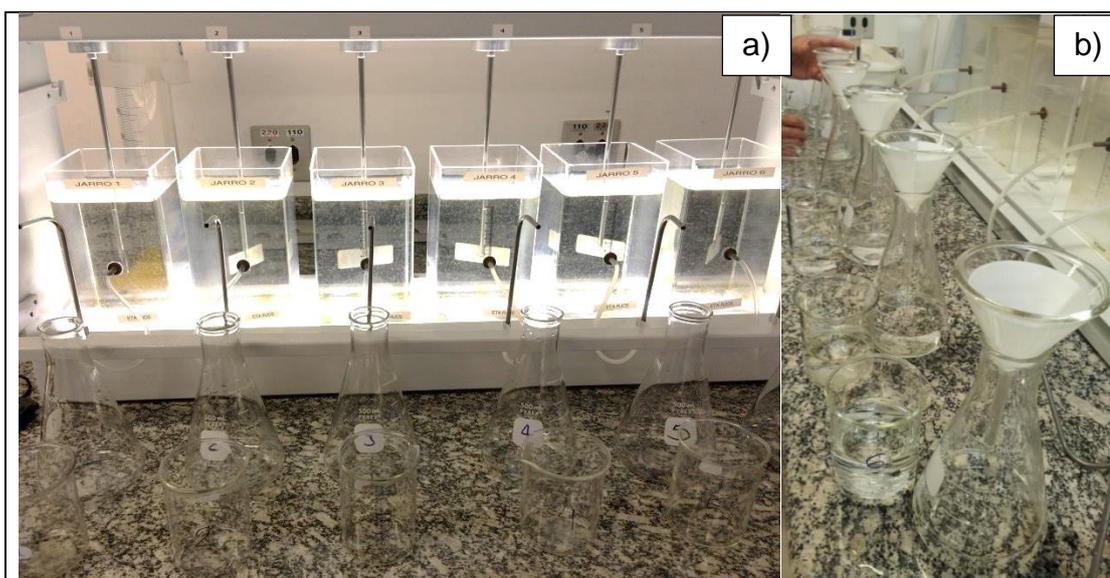


Figura 2: Aparato dos jarrestes para coleta após decantação (a) e filtração rápida realizada com papéis de filtros (b).

Parâmetros de qualidade da água analisados

Embora o objetivo principal do teste seja avaliar a formação de THM no processo de tratamento, foram realizadas análises de outros parâmetros para possibilitar avaliações conclusivas quanto à aplicabilidade do H₂O₂ em escala real. A Tabela 3 apresenta os parâmetros analisados em cada etapa do processo.

Água da etapa do processo	Bruta	Chegada à ETA (antes da coagulação)	Água decantada	Água filtrada	Água final
THM					X
Cloro residual livre		X*	X***	X	X
Cloro residual combinado		X*		X	X
H ₂ O ₂ residual		X**	X**		
Turbidez	X		X		
pH	X				
Cor	X				
Contagem de partículas	X				
Nitrogênio amoniacal	X		X		
Ferro dissolvido	X				
Manganês dissolvido	X		X		X
Alumínio dissolvido	X				
UV 254 nm	X				

Tabela 3: Parâmetros analisados (marcados com X) nas diferentes etapas do processo de tratamento simulado. *Apenas para o Jarro 1; **Com exceção do Jarro 1; *Com exceção do Jarro 2.**

Determinação do efeito do H₂O₂ sobre metais

Para avaliar o efeito da dosagem de H₂O₂ na água sobre os parâmetros Ferro (dissolvido e total), Manganês (dissolvido e total), foi realizado um teste com água bruta (ponto GU 001) coletada dia 07/01/16 (às 8:30h).

A água foi adicionada a um jarro (2 Litros) e foi dosado H₂O₂ para obtenção de uma concentração de 0,5 mg/L no jarro (valor superior à demanda – conforme item 3.1).

Deste jarro, foram coletadas amostras nos tempos: 0 (imediatamente antes da dosagem), 5, 10, 15 e 30 minutos após a dosagem.

RESULTADOS

Demanda de H₂O₂ da água bruta

A Tabela 4 e o gráfico da Figura 3 apresentam os resultados do teste de demanda de H₂O₂ da água bruta.

Jarro	Dosagem (mg/L)	Concentração de H ₂ O ₂ (mg/L)			
		Residual após 30 min	Residual após 40 min	Residual após 60 min	Residual após 120 min
1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0
2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,2
3	0,6	0,2	0,3	0,0	0,3
4	0,8	0,6	0,6	0,5	0,3
5	1,0	0,8	0,9	0,1*	0,8
6	1,2	1,0	1,1	0,9	0,8
Média de decaimento em relação à dosagem inicial		0,2	0,2	0,3	0,3

Tabela 4: Resultados do primeiro teste de demanda de H₂O₂ pela água bruta. *Resultado desconsiderado devido à sua inconsistência.

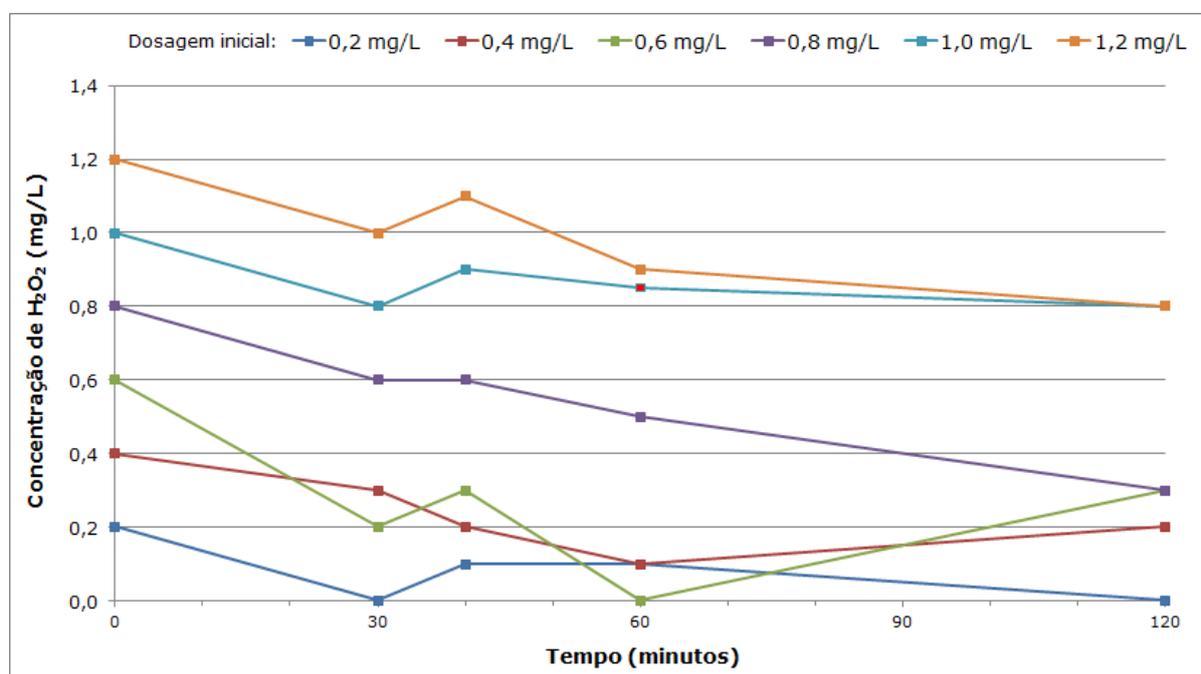


Figura 3: Gráfico dos resultados do teste de demanda de H₂O₂ da água bruta. Quadrado vermelho representa um preenchimento de falha de resultado suspeito (Jarro 5, residual após 60 minutos).

Os principais aspectos observados foram:

- Ocorreram variações de 0,1 mg/L para baixo ou para cima que devem-se à imprecisão do método de análise;
- Não ocorreu decaimento significativo entre 30 e 40 minutos;
- Dos 30 minutos aos 120 minutos ocorreu variação de apenas 0,1 mg/L;

- Como as condições hidráulicas no processo de tratamento são diferentes das adotadas neste teste, foram consideradas demandas ligeiramente maiores do que as estimadas na Tabela 4 de H₂O₂ da água bruta, sendo:
 - 0,3 mg/L para 40 minutos;
 - 0,4 mg/L para 120 minutos.

Simulação do tratamento em bancada

- Condições da água bruta e dosagens de cloro nos dias dos testes: As características da água bruta variaram ao longo dos testes, conforme pode ser verificado na Tabela 5. Nesta tabela, deve-se destacar o valor muito superior de Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃) do dia 20/10/2015 do que os dos demais dias.

Análises físico-químicas	20/10/2015	25/11/2015	17/12/2015
Turbidez (NTU)	3,49	3,09	2,91
pH	7,37	7,09	7,35
Cor (uC)	26,8	22,5	31,5
Partículas (Cumulativo- Cont/10 mL)	167224	152089	179760
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	1,2	0,47	0,16
Ferro dissolvido (mg/L)	0,035	0,014	0,018
Manganês dissolvido (mg/L)	0,054	0,077	0,100
Alumínio dissolvido (mg/L)	0,011	0,011	*
UV 254 nm (Abs)	0,105	0,09	*

Tabela 5: Características da Água Bruta (GU 001) coletas nos dias 20/10/2015, 25/11/2015 e 17/12/2015.
*Parâmetros não analisados.

As dosagens de cloro nas etapas do processo de tratamento da ETA nos dias dos testes estão apresentadas na Tabela 6. Conforme se pode verificar, no dia 20/10/2015, em que a água continha maior teor de N-NH₃, as dosagens de cloro aplicadas eram, consequentemente, muito superiores aos demais dias.

Dosagens de cloro aplicadas nos dias dos testes (mg/L) - Escala Real			
Etapa do processo	20/10/2015	25/11/2015	17/12/2015
Captação	9,55	3,00	1,85
Pré-cloração	6,25	4,16	2,64
Inter-cloração	1,04	0,26	0,26
Pós-cloração	1,51	1,15	1,59
Total	18,35	8,57	6,34

Tabela 6: Dosagens de cloro (em mg/L) aplicadas no processo (escala real) nos dias dos testes.

- Efeitos da substituição do cloro pelo H₂O₂ na pré-oxidação
 - Efeito sobre o THM: Os resultados das análises de THM, instantâneo e 24h (para o Jarro 1), estão apresentados nas Tabelas 7 e 8, respectivamente. A Figura 4 apresenta os resultados da Tabela 7 de forma gráfica. Esta tabela apresenta os valores médios calculados para os jarros idênticos, ou seja: 3 e 4; e 5 e 6.

THM instantâneo - final do processo			
Jarro	20/10/2015	25/11/2015	17/12/2015
Jarro 1	74,20	42,30	56,90
Jarro 2	20,50	40,30	48,50
Média dos Jarros 3 e 4	52,35	37,50	48,55
Média dos Jarros 5 e 6	51,50	33,25	44,40

Tabela 7: Resultados de THM instantâneo para as amostras coletadas ao final da simulação do processo nos testes.

THM 24h - final do processo				
Jarro	20/10/2015	25/11/2015	17/12/2015	
Jarro 1	137,00	72,90	79,60	Média
Razão 24h/instant.	1,85	1,72	1,40	1,66

Tabela 8: Resultados de THM 24 horas para as amostras coletadas ao final da simulação do processo no Jarro 1, e razão entre THM 24h e instantâneo para este jarro.

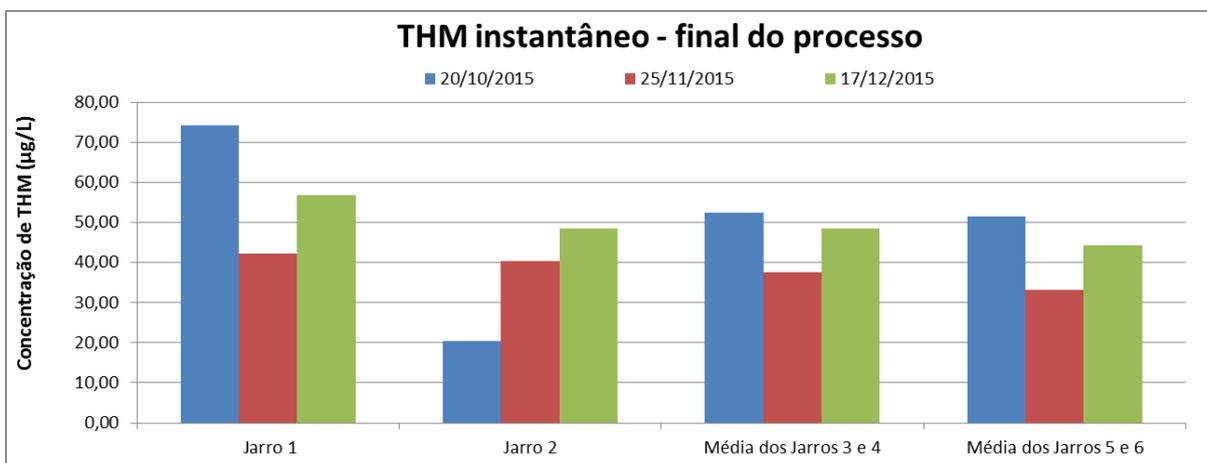


Figura 4: Gráfico dos resultados de THM instantâneo para as amostras coletadas ao final da simulação do processo nos testes.

- Alguns aspectos observados devem ser destacados:
 - Os valores de THM da simulação do processo apenas com cloro (Jarro 1) foram superiores aos demais jarros em que foi aplicado H₂O₂ na captação. A diferença foi maior para o dia 20/10/15, quando a água bruta apresentava maior teor de N-NH₃;
 - Neste dia, 20/10/15, a diferença da concentração de THM no Jarro 2, em que o cloro foi adicionado somente na inter e pós-cloração, em relação aos demais foi significativa (em torno de 70% e 30% inferior aos Jarros 1 e 3/4/5/6, respectivamente);
 - Quanto mais H₂O₂ foi adicionado na simulação da captação, menor foi a concentração final de THM. Isto pode ser observado pela comparação entre as médias de THM dos jarros 3 e 4 e 5 e 6, em que foram aplicados 0,3 e 0,6 mg/L de H₂O₂, respectivamente;
 - A concentração de THM 24h foi, em média, 66% superior à do THM instantâneo (ver Tabela 8), sendo que na data de 20/10/15 a concentração superou o VMP estabelecido na Portaria 2914/2011 (de 100 ng/L).

- Efeito sobre o manganês e o N-NH₃: As Tabelas 9 e 10 e as Figuras 5 e 6 apresentam as concentrações de manganês e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) na água decantada (antes da intercloração) simulada nos testes.

Residual de N-NH₃ - antes da 'Inter-cloração'			
Jarro	20/10/2015	25/11/2015	17/12/2015
Jarro 1	0,03	0,11	0,08
Jarro 2	0,90	0,41	0,12
Média dos Jarros 3 e 4	0,58	0,03	0,12
Média dos Jarros 5 e 6	0,59	0,07	0,12

Tabela 9: Resultados de N-NH₃ para as amostras coletadas antes da intercloração na simulação do processo nos testes.

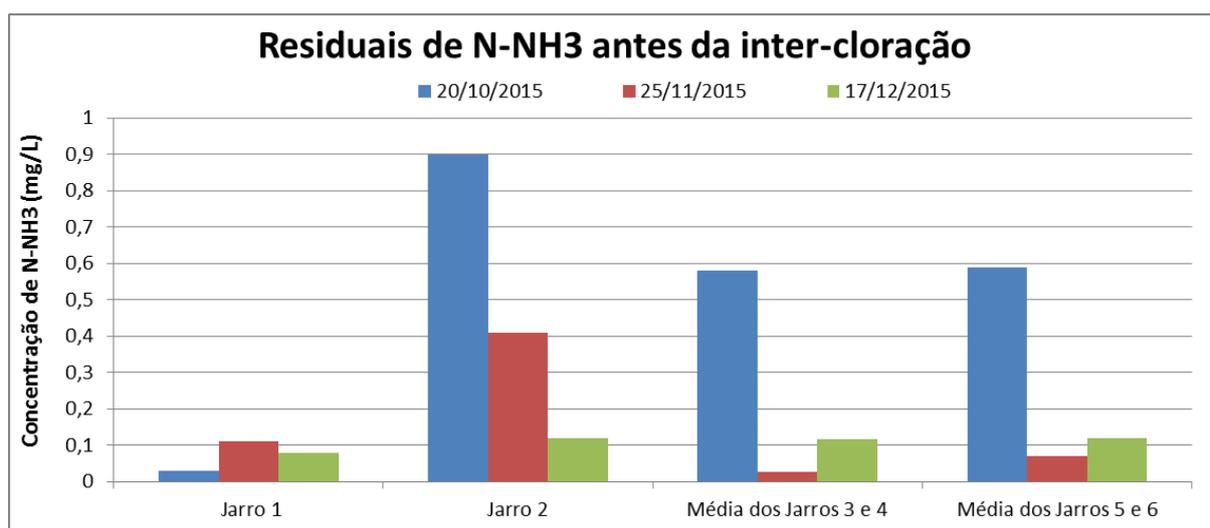


Figura 5: Gráfico dos resultados de N-NH₃ para as amostras coletadas antes da intercloração na simulação do processo nos testes.

Residual de Manganês - antes da 'Inter-cloração'			
Jarro	20/10/2015	25/11/2015	17/12/2015
Jarro 1	0,022	0,017	0,010
Jarro 2	0,076	0,044	0,012
Média dos Jarros 3 e 4	0,065	0,061	0,023
Média dos Jarros 5 e 6	0,090	0,072	0,028

Tabela 10: Resultados de manganês dissolvido para as amostras coletadas antes da intercloração na simulação do processo nos testes.

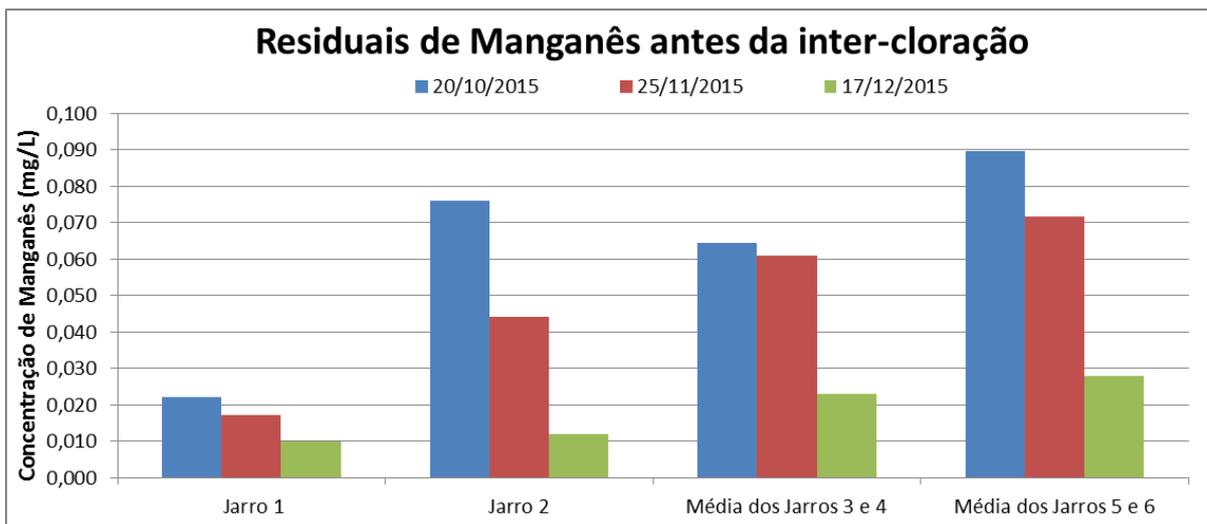


Figura 6: Gráfico dos resultados de Manganês para as amostras coletadas antes da intercloração na simulação do processo nos testes.

- Alguns aspectos relevantes foram observados:
 - No dia 20/10/15, quando a concentração de N-NH₃ na água bruta era de 1,2 mg/L, o Jarro 1 (com cloro na captação) proporcionou uma redução muito mais intensa deste composto (97,5%), enquanto que nos demais jarros a redução foi de aproximadamente 25 e 50%, para os jarros 2 e 3/4/5/6, respectivamente;
 - O Jarro 2, em que o cloro foi adicionado somente na inter e pós-cloração, foi o que apresentou a pior eficiência de remoção de N-NH₃;
 - Não se observou diferença significativa entre as médias dos jarros 3 e 4 e 5 e 6, ou seja, a variação da dosagem aplicada de H₂O₂ (0,3 e 0,6 mg/L respectivamente) não implicou diferença considerável de remoção de N-NH₃;
 - A redução de Manganês proporcionada pelo Jarro 1 (com cloro na captação), média de 76% de eficiência de remoção, também foi mais intensa do que os demais jarros com H₂O₂ na captação. Na data de 20/10/15, ocorreu até um incremento da concentração de Manganês dissolvido nos Jarros 2 a 6 em relação à água bruta (concentração inicial de 0,054 mg/L);
 - Observou-se também que, quanto maior a dosagem de H₂O₂ aplicada na água, maior a concentração resultante de manganês dissolvido, conforme se pode verificar na comparação entre as médias dos jarros 3 e 4 e 5 e 6.

Determinação do efeito do H₂O₂ sobre metais

Os resultados do teste que avaliou o efeito da dosagem de H₂O₂ sobre as concentrações residuais de Ferro e Manganês estão apresentados na Tabela 11 e Figuras 7 e 8.

Os resultados indicaram que:

- O H₂O₂ favoreceu a solubilização do Manganês, fazendo com que a fração dissolvida deste metal passasse de 0 para 70% do teor total após 5 minutos de reação; e
- Também ocorreu pouca solubilização do Ferro, embora em menor magnitude do que ocorreu com o Manganês, passando de 1% para 4% do teor de Ferro total após o tempo mínimo de reação.

Tempo (min)	Mn dissolvido (mg/L)	Mn total (mg/L)	Fe dissolvido (mg/L)	Fe total (mg/L)
0	0,001	0,449	0,003	0,394
5	0,300	0,434	0,014	0,449
10	0,302	0,433	0,016	0,449
15	0,321	0,459	0,033	0,447
30	0,320	0,406	0,014	0,393

Tabela 11: Resultados de Manganês e Ferro (dissolvidos e totais) após a aplicação de 0,5 mg/L em um jarro contendo água bruta (GU 001).

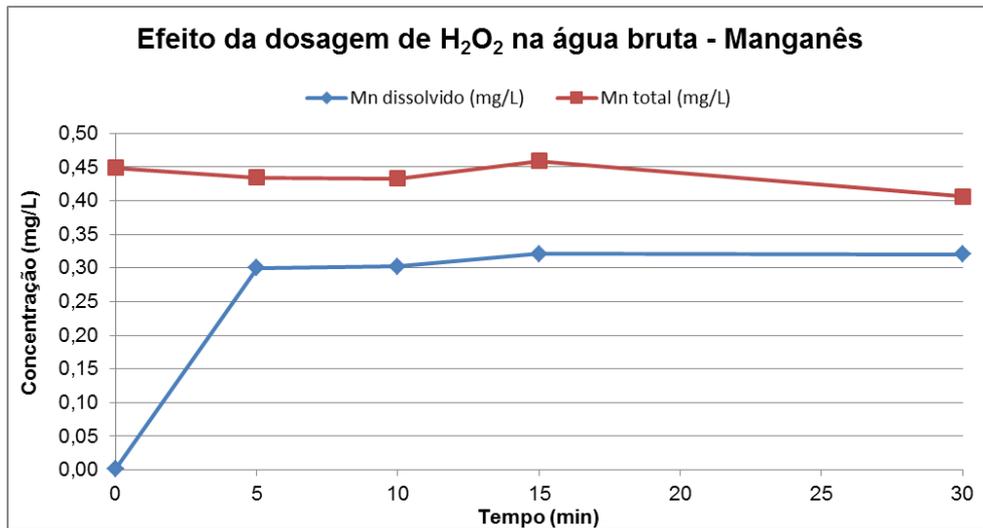


Figura 7: Gráfico dos resultados de Manganês (total e dissolvido) após a dosagem de 0,5 mg/L de H₂O₂ em um jarro contendo água bruta (GU 001).

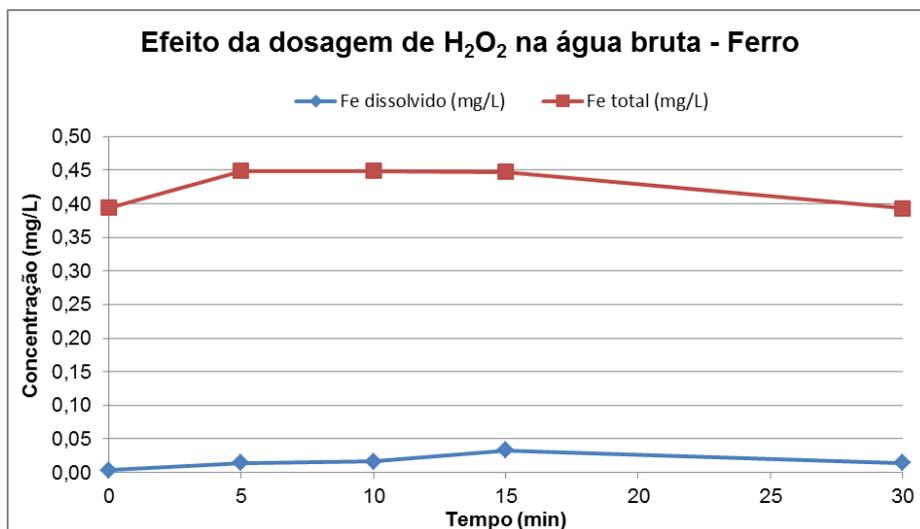


Figura 8: Gráfico dos resultados de Ferro (total e dissolvido) após a dosagem de 0,5 mg/L de H₂O₂ em um jarro contendo água bruta (GU 001).

CONCLUSÃO

Os testes realizados para investigação do H₂O₂ como pré-oxidante na ETA RJCS indicaram que este produto é efetivo para reduzir a formação de THM, mas tem efeitos negativos sobre outros parâmetros de interesse na ETA, como metais (Fe e Mn) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃).

A água bruta da represa Guarapiranga apresenta uma demanda estimada de 0,3 mg/L, para o tempo de reação da captação até a ETA. Ao adotar variações de dosagens em jarreste, comparando com a aplicação tradicional de cloro na captação, observou-se que quanto maior a dosagem de H₂O₂ na captação, menor era a formação de THM ao final do processo de tratamento.

A diferença entre a produção de THM de um jarro contendo o processo com cloro (atual) e o processo com H₂O₂ na pré-oxidação foi maior para o dia em que a água bruta apresentava a pior qualidade de água, principalmente em termos de nitrogênio amoniacal.

No entanto, os testes indicaram que a substituição do cloro por H₂O₂ na pré-oxidação tem efeito negativo quanto aos metais (principalmente Mn) e N-NH₃.

Enquanto o jarro apenas com cloro removeu 97,5% de N-NH₃, a redução proporcionada pelos jarros com H₂O₂ oscilou entre 25 e 50%. Já no caso dos metais, além de o H₂O₂ não remover estes compostos por oxidação, como faz o cloro, eles passam para a forma dissolvida após a aplicação do produto. Em um dos testes, o Mn, por exemplo, passou de 0% para 70% na forma dissolvida (razão dissolvida/total) após a dosagem de H₂O₂.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem a toda equipe da ETA envolvida no trabalho, especialmente: Angelino Aniello Saullo, Janaina Marinho dos Santos, Wilson Luiz Oliveira, Mariana Bailão Dias, toda a equipe técnica do laboratório de análises especiais da divisão MARG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. METZ, D.H.; REYNOLDS, K.; MEYER, M.; DIONYSIOU, D.D. The effect of UV/H₂O₂ treatment on biofilm formation potential. *Water Research*, vol. 45, p. 497-508, 2011.
2. RECKHOW, D.A.; SINGER, P.C.; MALCOLM, R.L. Chlorination of humic materials: byproduct formation and chemical interpretations. *Environmental Science & Technology*, vol. 24, p. 1655-1664, 1990.
3. YANG, X.; GUO, W.; ZHANG, X.; CHEN, F.; TINGJIN, Y.; LIU, W. Formation of disinfection by-products after pre-oxidation with chlorine dioxide or ferrate. *Water Research*, vol. 47, p. 5856-5864, 2013.
4. ZHANG, X.; GUO, J.; WANG, L.; HU, J.; ZHU, J. In situ ozonation to control ceramic membrane fouling in drinking water treatment. *Desalination*, vol. 328, p. 1-7, 2013.